



## 1. Princípio de Lubrificação

Duas superfícies metálicas, por mais polidas que sejam sempre apresentam atrito e este fato acontece porque é impossível eliminar as asperezas microscópicas. Quando utilizamos óleo lubrificante entre as superfícies, forma-se uma fina camada de óleo que reduz o atrito entre elas, consequentemente, através da lubrificação, reduzimos o desgaste das peças e o funcionamento do motor como um todo melhora, porque o atrito interno com óleo é pequeno.

## 2. Funções do óleo lubrificantes

A função **primária** do óleo lubrificante é a lubrificação das peças em atrito e como função **secundária** auxiliar o resfriamento do motor.

A lubrificação falha, coloca as peças em atrito provocando desgaste e calor (resultante do atrito). O calor por sua vez pode queimar o óleo, transformando-o em uma borra pegajosa que acabará impedindo o funcionamento correto.

As principais propriedades do óleo lubrificante são:

Viscosidade

Ponto de congelamento

Ponto de fulgor

## 3. Viscosidade

A viscosidade é a resistência que o óleo oferece ao escoamento.

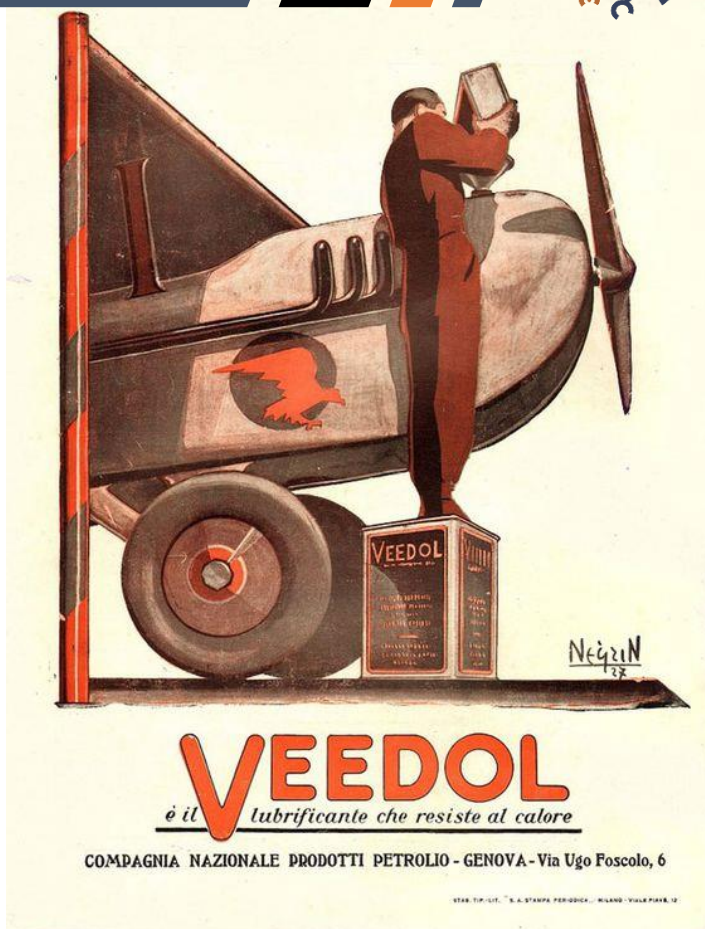
O frio excessivo aumenta a viscosidade, tornando difícil o movimento das peças. Já o calor excessivo, por sua vez, diminui a viscosidade - tornando o óleo muito fluido e incapaz de manter a película lubrificante entre as peças. Por estes motivos a temperatura do óleo deve ser mantida dentro de determinados limites, pois tanto o excesso de frio quanto o excesso de calor serão maléficos as propriedades do óleo.

## 4. Determinação da Viscosidade

A viscosidade de um óleo lubrificante é determinada por meio de um instrumento chamado viscosímetro. Um dos viscosímetros existentes e mais conhecido é o **Viscosímetro de Saybolt**, que mede o tempo que 60cm<sup>3</sup> do óleo levam para escoar através de um orifício padrão.

Ex: Se o óleo levar 120 segundos para escoar de um viscosímetro de Saybolt à temperatura de 210 graus Fahrenheit, ele receberá a designação 120SSU210

**Classificação SAE** ("Society of Automotive Engineers") É um método muito utilizado, que



classifica os óleos em sete grupos : SAE10, SAE20, SAE30, SAE40, SAE50, SAE60 e SAE70, na ordem crescente de viscosidade .

**Classificação para aviação** - O óleo fornecido pelas empresas de petróleo, destinados a aviação, tem uma classificação comercial própria, através dos números :65,80,100,120 e 140 . Estes números correspondem ao dobro da classificação SAE, exceto o 65, com é possível verificar na tabela abaixo:

| Óleos para Aviação | Classificação SAE |
|--------------------|-------------------|
| 65                 | 30                |
| 80                 | 40                |
| 100                | 50                |
| 120                | 60                |
| 140                | 70                |

## 5. Ponto de Congelamento

É a temperatura em que o óleo deixa de escoar. Um bom óleo lubrificante tem baixo ponto de congelamento, permitindo que o motor possa partir e funcionar em baixas temperaturas.



## 6. Ponto de Fulgor

É a temperatura em que o óleo inflama-se momentaneamente quando em contato com uma chama. Um bom óleo lubrificante tem alto ponto de fulgor, para tornar possível a lubrificação em temperaturas elevadas.

## 7. Fluidez

Esta propriedade indica a fácil capacidade em fluir. O óleo deve ter elevada fluidez, para conseguir circular facilmente pelo motor. Nos óleos a fluidez está ligada à viscosidade. Infelizmente a fluidez não pode ser aumentada além de um certo limite sem prejudicar a viscosidade.

## 8. Estabilidade

O óleo lubrificante deve ser estável, isto é, não deve sofrer alterações químicas e físicas durante o uso, entretanto, como as alterações são inevitáveis, são estabelecidos tolerâncias através de normas específicas.

## 9. Neutralidade

Indica a ausência de acidez no óleo. Os ácidos, se presentes, atacam quimicamente as peças do motor, ocasionando a corrosão.

## 10. Oleosidade

É a tradução do termo “oiliness”, depende não apenas do óleo, como também da superfície a ser lubrificada.

Indica a capacidade do óleo a aderir a superfície. É uma propriedade muito importante, pois um óleo com boa viscosidade e boa formação de filme lubrificante seria inútil se não for capaz de aderir bem às superfícies a serem lubrificadas.

## 11. Aditivos

São substâncias químicas adicionadas ao óleo para melhorar suas qualidades.

Os principais são :

- ✓ Anti-oxidantes – Melhoram a estabilidade química do óleo, reduzindo a oxidação, que é a combinação do óleo com o oxigênio do ar, formando substâncias corrosivas, borras e outras substâncias nocivas.
- ✓ Detergentes – Servem para dissolver as impurezas que se depositam nas partes internas do motor.
- ✓ Anti-espumantes- Servem para evitar a formação de espuma, que provoca falta de óleo nas peças a serem lubrificadas.

O óleo deve ser trocado periodicamente porque os aditivos e o próprio óleo perdem suas propriedades com o uso.

## 12. Sistema de Lubrificação

Existem três sistemas de lubrificação

Lubrificação por Salpique

Lubrificação por pressão

Lubrificação Mista

**Lubrificação por Salpique** – Neste sistema de lubrificação o óleo espalha-se dentro do motor pelo impacto das peças móveis. A cabeça da biela por exemplo, choca-se com o óleo lubrificante no fundo do cárter, arremessando-o para todos os lados e lubrificando as peças internas do motor.

A vantagem da lubrificação por salpique é a simplicidade e o baixo peso. Porém, há peças de difícil acesso que este tipo de sistema de lubrificação torna impossível a sua lubrificação.

**Lubrificação por Pressão** - Neste sistema, o óleo lubrificante é impulsionado sob pressão para diversas partes do motor, através de uma bomba de óleo. O óleo entra no orifício de lubrificação das peças a serem lubrificadas, todas as partes do motor na trajetória do óleo são lubrificadas. Este é um sistema demasiadamente complexo e pesado, porém muito mais eficiente.

**Lubrificação Mista** – Este é o sistema empregado na prática, e consiste em lubrificação de algumas peças por salpique e as peças com acesso mais restritos são lubrificadas por pressão

## 13. Lubrificação dos cilindros

O óleo atinge as paredes internas dos cilindros, abaixo dos pistões por salpique. Conforme o que estudamos sobre os anéis de segmento, o excesso de óleo no cilindro durante a combustão é prejudicial, por este motivo o anel de lubrificação ou raspador elimina este excesso.

## 14. Componentes do Sistema de Lubrificação

Os principais componentes do sistema de lubrificação são o reservatório, radiador, bombas, filtros, decantador (se houver) e válvulas de diferentes tipos.

Reservatório:

Em muitos motores, o próprio cárter serve como reservatório, estes são conhecidos como “cárter molhado”. Por outro lado o “cárter seco” é aquele que tem um reservatório à parte.



O nível de óleo no reservatório deve ser examinado periodicamente, devido à perda que ocorre por vaporização, queima nos cilindros, vazamentos e etc.

## Radiador de Óleo

Quando a temperatura do óleo lubrificante sobe acima de um determinado limite, abre-se um termostato ( válvula que funciona com o calor), fazendo o óleo passar pelo radiador. O radiador recebe o vento da hélice e acaba baixando a temperatura do óleo que está passando pelo radiador. Além disso, o radiador possui alhetas que aumentam a área de contato com o ar e permitem que o resfriamento do óleo ocorra mais facilmente. O óleo lubrificante entra no radiador em alta temperatura e baixa viscosidade, e sai com temperatura mais baixa e alta viscosidade – ideal para lubrificar as partes integrantes do motor.

## Bomba de Óleo

As bombas de óleo utilizadas nos sistemas de lubrificação são geralmente do tipo engrenagens (uma das engrenagens é acionada pelo motor e a outra gira engrenada na primeira). Eles recebem diferentes nomes conforme as suas utilidades e as principais são:

- Bomba de Pressão (de Recalque) – Retira o óleo do reservatório e envia sob pressão para o motor
- Bomba de Recuperação (ou de Retorno) – Retira o óleo que circulou pelo motor e o envia para o reservatório.



## Filtro

O filtro tem o objetivo de reter as impurezas do óleo lubrificante, através de uma fina tela metálica, geralmente constituídos por discos ranhurados ou papelão especial corrugado .

Este filtro deve ser periodicamente limpo ou substituído antes que o elemento filtrante seja obstruído pelas impurezas.

Nos aviões leves o filtro normalmente utilizado é o descartável, semelhante aos dos automóveis .

O mecânico deve examinar os elementos filtrantes quando desmontar o filtro ou então substituí-lo se for descartável, afim de fazer a verificação de impurezas no elemento filtrante o que indica um desgaste anormal da peças ou iminente falha de alguma componente do motor.

## Decantador

Em alguns aviões o óleo que circulou pelo motor escoa por efeito da gravidade até um pequeno tanque chamado decantador ou colhedor. Na sequência, este óleo passa por um filtro e uma bomba o envia para o reservatório. Na grande maioria dos projetos aeronáuticos este decantador não existe, pois o próprio reservatório desempenha esta função.

## Válvulas

Existem muitos tipos de válvulas que controlam o fluxo do óleo em um sistema de lubrificação

As válvula mais importantes são:

**a)Válvula reguladora de pressão** – é colocada na linha para evitar que a pressão do óleo ultrapasse um determinado valor.

**b)Válvula unidirecional** – esta válvula dá livre passagem para o óleo lubrificante apenas num sentido e impede que o fluxo retorno .

**c)Válvula de contorno ou “by-pass”-** É uma válvula que abre-se acima de uma determinada pressão , com a finalidade de oferecer um caminho alternativo para o óleo. É muito usada nos filtros de óleo, a fim de permitir o fluxo do lubrificante quando o filtro ficar obstruído, isto se justifica porque é preferível que o motor funcione com um óleo não filtrado do que sem nenhuma lubrificação.

## 15. Instrumentos do sistema de Lubrificação

Serve para fazer a verificação do bom funcionamento do sistema de lubrificação e detectar eventuais falhas . Os principais instrumentos são o manômetro de óleo e termômetro de óleo .







**Manômetro de óleo** –Este é o primeiro instrumento a ser observado na partida do motor. Em um funcionamento normal do motor, o indicador do instrumento deverá estar dentro da faixa verde que indica o funcionamento normal , mas porém a partida com o motor frio a indicação poderá passar dos parâmetros normais por algum tempo limite devido a alta viscosidade do óleo . Se o indicador não der uma indicação de funcionamento normal em 30s (60s em dias muito frio) o motor deve ser cortado imediatamente, porque isto indica um funcionamento anormal do sistema de lubrificação . A medida que o motor se aquece o ponteiro deve entrar na faixa verde , porque o óleo está se aquecendo e sua viscosidade estará baixando consequentemente .

**Termômetro do óleo** – O aquecimento do óleo pode ser observado através deste instrumento. O piloto só poderá aplicar potencia máxima para decolagem se o termômetro estiver dentro do arco verde (indica a temperatura mínima e máxima de acordo com o fabricante do motor).

